

**GREENTECH**

Een duurzame wereld vraagt om technische oplossingen. Nederland heeft verrassend veel groene technopoppers in huis.

**#1 | KITTY NIJMEIJER (43)**  
UNIVERSITEIT TWENTE

**‘NOU, IK DACHT DAT HET WĒL KON’**

*EEN MEMBRAAN DAT UIT ZOET EN ZOUT WATER ELEKTRICITEIT OPWEKT: de blauwe-energiecentrale op de Afsluitdijk is mogelijk dankzij een uitvinding van Kitty Nijmeijer.*

TEKST EVERT NIEUWENHUIS FOTO WOUTER VANDENBRINK

**H**ET IS DE DROOM VAN ELK LAND DAT INGEKLEMD LIGT tussen zee en rivieren: oneindig veel schone energie opwekken waar zout en zoet water elkaar ontmoeten. Op de Afsluitdijk staat sinds enkele maanden 's werelds eerste blauwe-energiecentrale. Langs flinterdunne membranen stroomt water uit het IJsselmeer naar de Waddenzee, en dankzij het verschil in zoutconcentratie ontstaat elektriciteit. Het is een pilot, maar de potentie is enorm: in het IJsselmeer zit genoeg energie voor 500.000 huishoudens oftewel 10 procent van de Nederlandse energiebehoefte. En o ja: het is goedkoper dan wind en zonne-energie en werkt dag en nacht, ook als de zon niet schijnt en de wind niet waait. De blauwe-energiecentrale is mede mogelijk dankzij een uitvinding van Kitty Nijmeijer, scheikundige en hoogleraar membraantechnologie.



**PERFECTIO-  
NISTISCH**  
‘Op mijn niveau moet je het uiterste van jezelf vragen.’

**'Welk probleem opgelost moet worden, maakt mij niet zoveel uit, al heb ik een voorliefde voor greentech. Als het maar ingewikkeld is, anders wordt het saai.'**

'Hi! Zal ik je meteen laten zien hoe blauwe energie werkt?' lacht Nijmeijer bij binnenkomst van haar werkkamer, met prachtig uitzicht over de lommerrijke campus van de Universiteit Twente. Ze oogt energiek en opgeruimd; een open, vrolijk gezicht, blosjes op de wangen – niet het stereotype van een hoogleraar scheikunde. 'Kom, het lab is deze kant op.'

#### FORMULES OP DE RAMEN

Lange, lege gangen leiden naar haar lab. 'We hebben echt de beste apparatuur. Wetenschappers uit heel de wereld willen hier werken – en terecht.' In kleine kamertjes staat apparatuur met slangen, buizen en meetinstrumenten. Her en der zijn op de ramen formules gekrabbed.

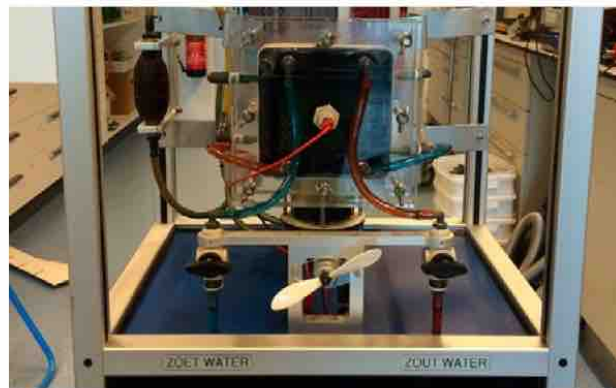
'Dit is een prototype van een blauwe energiecentrale. In dit vat zit zout water, in het andere zoet water. Als ik deze kraantjes opendraai, stromen het zoute en het zoete water langs deze membranen. De membranen laten alleen de zoutionen door, van het zoute naar het zoete water. De beweging van deze ionen wordt vervolgens door de elektroden omgezet in een elektrische stroom. Kijk, nu gaat het ventilatorje draaien.'

'Zo simpel is het dus: je laat zout en zoet water langs een membraan stromen en er ontstaat elektriciteit.'

'Het principe van blauwe energie is in 1954 door R.E. Pattle ontdekt,' zegt Nijmeijer. 'Bijna iedereen dacht dat je er alleen een klein beetje elektriciteit mee kon opwekken omdat het niet mogelijk zou zijn membranen te ontwikkelen die effectief genoeg zijn.' Ze glimlacht even: 'Nou, ik dacht dat het wel kon.'

#### BERGEN DATA

'Terug op haar werkkamer legt ze de crux van haar vinding uit. 'Onze eerste membranen werden steeds beter, maar nog altijd niet goed genoeg. Na tweeënhalve jaar ploeteren dacht ik: we moeten meten wat er *tussen* en op die membranen gebeurt. En dat bracht de oplossing.' Ze glimlacht voldaan, alsof ze het zojuist weer heeft ontdekt. 'We ontwikkelden een nieuwe meetmethode maar kregen bergen data waar we niets van begrepen. Na lang puzzelen zagen we het: de oppervlakte van het membraan werd niet maximaal benut en het water stroomde niet goed langs de membranen. Toen werd alles weer eenvoudig: we wisten precies welke eigenschappen het membraan moest hebben. En hop, de elektriciteitsopwekking schoot omhoog.'



**SIMPEL** Je laat zout en zoet water langs een membraan stromen en er ontstaat elektriciteit.

#### NIET ZONDER LAB EN LAPTOP

Wetenschap speelt – op z'n zachtst gezegd – een belangrijke rol in Nijmeijers leven. Ze heeft bewust geen kinderen ('ik heb er gewoon nooit behoefte aan gehad') en werkt twaalf uur per dag. 'Ik ben enorm gedreven. Ik vind het lastig om mijn werk naast me neer te leggen; thuis of op de fiets puzzel ik vaak nog steeds op een wetenschappelijk probleem. Mijn vriend moet me regelmatig tot de orde roepen.'

Scheikunde en chemische technologie vindt ze niet ingewikkeld: 'Het is een ontzettend mooi vak en je kunt er veel creativiteit in kwijt. Tegelijkertijd staat het vaak heel dicht bij de toepassing, zoals blauwe energie. Wel moet je op mijn niveau het uiterste van jezelf vragen.' Na enig aandringen somt ze de eigenschappen op waarin ze uitblinkt: 'Ik kan goed analyseren, ik ben perfectionistisch en eigenwijs. En een doorzetter.'

Ze haalt 'heel veel voldoening uit samenwerking met mensen', maar kan niet zonder lab en laptop. 'Het gelukkigst ben ik als ik een wetenschappelijk artikel schrijf. Je wordt dan gedwongen je oplossing zo zuiver en helder mo-

gelijk te formuleren, en soms valt alles nog beter op z'n plek dan je dacht. Prachtig.' De blauwe energiecentrale op de Afsluitdijk – overigens een samenwerking van verschillende bedrijven en instituten – heeft Nijmeijer alweer bijna achter zich gelaten. 'Het principe van blauwe energie werkt, dat is nu bewezen. De membranen kunnen nog wat effectiever en er zijn praktische problemen, zoals het verwijderen van koksels die zich aan de installatie hechten. Maar dat lossen de ingenieurs nu op.'

Wat wordt het volgende project? 'Ik zou graag membranen ontwikkelen die op moleculair niveau werken, dat is bijna onontgonnen terrein. Welk probleem opgelost moet worden, maakt mij niet zoveel uit. Hoewel, ik heb een voorliefde voor greentech.' Ze staart uit het raam en zegt plotseling: 'Als het maar ingewikkeld is, anders wordt het saai.'



**#2 | ANNEMIEK TER HEIJNE (33)**  
Wageningen UR  
**INNOVATIE** Microbiële brandstofcellen produceren elektriciteit van afvalwater

Zelden levert een proefschrift zoveel op: 12 wetenschappelijke publicaties, een baanbrekend patent en royale financiering voor vervolgonderzoek. Liefdevol vertelt Ter Heijne over 'mijn korreltjes', de microbiële brandstofcellen die ze ontwikkelt. Daarin groeien bacteriën die organische verbindingen afbreken in bijvoorbeeld rioleeringswater. Daarbij komen elektronen vrij die door een anode (minpool) en kathode (pluspool) worden omgezet in elektriciteit. De kathode die Ter Heijne ontwikkelde, is veel effectiever en goedkoper dan bestaande. En dan is ze nog maar op de helft: onlangs ontving ze een Veni-beurs om de anode te verbeteren. Dankzij Ter Heijnes korrels worden bacteriën zowel zuiveringsinstallaties als elektriciteitscentrales. Maar ze kunnen meer: je kunt er ook elektriciteit mee opslaan. 'Als je het proces omdraait – je stopt er energie in – kun je er ook elektriciteit in stoppen, en produceren de korrels bijvoorbeeld methaangas. Dit groene gas kun je opslaan en verbranden in gascentrales.' Opslag is een *missing link* in de overgang naar duurzame energiebronnen: als er geen wind of zon is, heb je ook elektriciteit nodig. De bacteriële brandstofcellen zijn een biologische accu.

Na het gymnasium B wilde Ter Heijne natuur- of wiskunde studeren, maar het hoge theoretische gehalte stuitte haar tegen

de borst. 'In Wageningen viel alles samen: mijn onderzoek heeft een theoretische basis maar is ook heel praktisch: met techniek de wereld verbeteren.'



**#3 | MATHIJS DE MEIJER (30)**  
Nerdalize  
**INNOVATIE** Computerserver verpakt in radiator verwarmt huiskamer

Innovatie: Servers produceren veel warmte, en in plaats van die met veel energie te koelen, stopt Nerdalize ze in een radiator die een huis verwarmt. Van een centrale computer krijgen de e-radiatoren zware rekenopdrachten. Met de onopvallende computerkachel bespaart een huishouden tot 500 euro per jaar. Mathijs de Meijer ontwikkelde het ei van Columbus. 'De technische uitdagingen waren groot. Ten eerste moet de server niet met lucht maar met vloeistof worden gekoeld. Omdat dit veel efficiënter is, zijn veel datacenters geïnteresseerd in onze gepatenteerde uitvinding. Daarnaast moeten de data volstrekt veilig naar alle radiatoren verstuurd worden, en dit vereist nieuwe software. Grote bedrijven willen samenwerken omdat het veel veiliger is om gevoelige data op te delen en op duizend kleine servers te werken dan op een centrale locatie. En het is ook nog eens goedkoper.'

#### OOK INTERESSANT:

**WIE** Thomas van Dijk (29), E-Stone Batteries  
**INNOVATIE** Goedkope en onverwoestbare accu voor opslag van groene stroom  
Elon Musk (Tesla) presenteerde onlangs een kleine hightech accu voor thuis, Van Dijk doet het omgekeerde: hij ontwikkelt een loodzware, kolossale lowtech accu. Zijn gepatenteerde vinding is een verbetering van de bijna vergeten nikkel-ijzeraccu van Thomas Edison uit 1903. Voordeel: goedkoop, onverwoestbaar en gemaakt van ruim voorhanden zijnde grondstoffen.

**WIE** Kees Hummelen (61), Rijksuniversiteit Groningen  
**INNOVATIE** Zonnecellen gemaakt van plastic  
Hummelen bedacht het cruciale ingrediënt voor plastic zonnecellen, een goedkoper en schoner alternatief voor de huidige cellen. Zijn artikel hierover in *Science* is ruim 5.000 keer geciteerd en wereldwijd bouwen laboratoria verder op zijn werk. Hummelen: 'Je denkt dat iets kan, maar je weet niet hoe. En dan, na jaren ploeteren, dient de oplossing zich aan uit totaal onverwachte hoek.'

**WIE** Maria Barbosa (41), AlgaePARC / Wageningen UR  
**INNOVATIE** Algen modificeren voor brand- en grondstoffen  
Met algen kun je kerosine maken, jumbojets laten vliegen of palmolie in margarine en wasmiddelen vervangen. AlgaePARC is een mondiale pionier in de zoektocht naar de ideale alg; directeur Barbosa geldt dan ook als het boegbeeld van het algenonderzoek.

**WIE** Sten de Wit (50), SolaRoad / TNO  
**INNOVATIE** Zonnepanelen onder het wegdek  
Het idee is eenvoudig, de uitvoering ingewikkelder. Om zonne-stroom op te wekken, moet de

weg bijvoorbeeld licht doorlaten en voldoende stroef zijn om veilig over te rijden. De Wit is als innovator bij TNO de drijvende kracht van een veelkoppig samenwerkingsverband. De pilot (een fietspad in Krommenie) brengt meer elektriciteit op dan verwacht.

**WIE** Marjolien Helder (32), Plant-E  
**INNOVATIE** Levende planten wekken elektriciteit op  
Een rijstveld of veenvelden als elektriciteitscentrale: het is Helder gekukt om ondergrondse elektriciteit op te wekken doordat de plant groeit en bacteriën rond de wortels elektronen vrijmaken. 1 m<sup>2</sup> is genoeg voor een ledlamp, met 100 m<sup>2</sup> verlicht je een rotonde. Zelf proberen? Plant-E verkoopt ook DIY-kits.

**WIE** Rik Breur (42), Micanti  
**INNOVATIE** Niet-giftige antifouling voor schepen  
Mossels, wieren en ander zeeleven hechten zich graag aan de romp van een schip, waardoor dit veel meer brandstof verbruikt. Het onderwaterschip insmeren met antifouling is de oplossing, maar creëert een nieuw probleem: vergiftiging van de zee. Breur ontwikkelde een niet-toxische antifouling op zelfklevende folie met vernuftige microfibers. Het leverde hem de Dutch Innovation Award in 2014 op.

**WIE** Berend Jan Kleute (26), Bluerise  
**INNOVATIE** Energie uit temperatuurverschillen in de oceaan  
Jules Verne schreef er al over: met temperatuurverschillen in oceanen kun je energie opwekken. Bluerise ontwikkelde de techniek. Soms is het eenvoudig (koud water oppompen om te koelen), soms ingewikkelder, maar altijd is het gebaseerd op het denkwerk van Kleute. Ook buitenlandse media (van *New Scientist* tot *Forbes*) zijn onder de indruk van deze watertechniek.